



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

ŽELEZOBETONOVÁ NOSNÁ KONSTRUKCE ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF ADMINISTRATIVE BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Zbyněk Hejl

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Zbyněk Hejl
Název	Železobetonová nosná konstrukce administrativní budovy
Vedoucí práce	Ing. Pavel Šulák, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Stavební podklady

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura: na základě doporučení vedoucího práce

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Pro vícepodlažní železobetonový objekt administrativní budovy, navrhnete nosnou konstrukci. Proveďte statické řešení konstrukce a nadimenzujte její vybrané části: část stropní konstrukce, vybrané sloupy a konstrukci schodiště v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu proveďte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně kontroly zjednodušenou metodou).

Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a podrobné výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím práce).

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x)

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Pavel Šulák, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zaměřuje na návrh vybraných částí monolitické železobetonové konstrukce administrativní budovy. Jedná se o lokálně podepřenou stropní desku, vnitřní sloup a schodiště. Výpočet vnitřních sil je proveden v programu SCIA Engineer a poté ověřen ruční metodou. Posouzení konstrukce je provedeno dle ČSN EN 1992 – 1 – 1.

KLÍČOVÁ SLOVA

Lokálně podepřená stropní deska, sloup, schodiště, beton, výztuž, zatížení, zatěžovací stavy, kombinace, ohybové momenty, vnitřní síly, protlačení, metoda součtových momentů, metoda konečných prvků

ABSTRACT

My bachelor thesis focuses on the design of selected parts of monolithic reinforced concrete structures of an administrative building. It is about a locally supported ceiling slab, an inner column and a staircase. Calculation of the internal forces was performed in the SCIA Engineer program and then verified by a hand method. The construction is assessed according to ČSN EN 1992 - 1 - 1.

KEYWORDS

Locally supported slab, column, stairway, concrete, load, load cases, load cases combination, internal forces, bending moments, punching shear design, simplified sum method, finite element method

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Zbyněk Hejl *Železobetonová nosná konstrukce administrativní budovy*. Brno, 2018. 10 s., 70 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 2. 2018

Zbyněk Hejl
autor práce

Poděkování:

Velice rád bych poděkoval vedoucímu této bakalářské práce panu Ing. Pavlu Šulákovi, Ph. D. za ochotu, rady a předané zkušenosti, které přispěly ke zkvalitnění práce. Děkuji i dalším pedagogům na Fakultě stavební, bez kterých bych tuto práci ani nezačal. Dále bych chtěl poděkovat své rodině, která mě během celého studia maximálně podporovala.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

TEXTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Zbyněk Hejl

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2018

Obsah

1	Úvod	2
2	Popis objektu	3
3	Popis řešené konstrukce	3
	3.1 Základové konstrukce	3
	3.2 Svislé konstrukční prvky	3
	3.3 Vodorovné konstrukční prvky	3
	3.4 Schodiště	3
4	Materiály	4
5	Zatížení	5
	5.1 Stálé zatížení	5
	5.2 Proměnné zatížení	5
	5.3 Kombinace zatížení	5
6	Návrh výztuže	5
7	Závěr	6
8	Seznam použitých zdrojů	7
9	Seznam použitých zkratk a symbolů	8
10	Seznam příloh	10

1 Úvod

Tématem bakalářské práce je statické řešení železobetonové stropní konstrukce čtyřpodlažní administrativní budovy. Stropní deska je lokálně podporována sloupy a ztužujícími stěnami, které zároveň tvoří jádro objektu. Pro získání hodnot vnitřních sil byl použit výpočetní program SCIA Engineer. Výsledky jsou zkontrolovány zjednodušenou ruční metodou – metodou součtových momentů. Poté je provedeno dimenzování ohybové výztuže, výztuže proti protlačení, proti řetězovému zřícení. Dalšími kroky práce bylo dimenzování výztuže vnitřního sloupu a schodiště. Všechno výstupy – dimenze – byly zakresleny do jednotlivých výkresů.

2 Popis objektu

Řešená budova se nachází v Třešti. Jedná se o administrativní budovu se čtyřmi nadzemními podlažími. Objekt má čtvercový půdorys a délce strany 26 metrů. Celý objekt je využíván pouze pro administrativní účely. Nosný systém je monolitický skelet, se základními prvky jako jsou sloupy a ztužující jádro. Nad posledním podlažím se nachází plochá pochozí jednoplášťová střecha. Spojení mezi patry zajišťuje schodiště a dva osobní výtahy. Opláštění objektu není po celém obvodu stejné. Z velké části objektu je celoprosklený plášť osazené na vykonzolované část stopní desky. Ve zbývajících částech je plášť tvořen pórobetonovým zdivem.

3 Popis konstrukce

3.1 Základové konstrukce

V rámci bakalářské práce není řešen návrh a dimenzování základových konstrukcí.

Pouze odhadem lze uvést, že založení objektu je provedeno na základových patkách pod sloupy a na základových pasech pod ztužujícím jádrem.

3.2 Svislé konstrukční prvky

Stropní desky jsou z největší části podporovány sloupy a ve střední části objektu ztužujícími stěnami. Sloupy mají čtvercový průřez o délce strany 0,4 metru. Ztužující stěny jsou tloušťky 0,25 metru.

3.2 Svislé konstrukční prvky

Monolitická železobetonová stropní deska je podporována sloupy a ztužujícími stěnami. Osová vzdálenosti těchto podpor jsou 6,0 x 6,0 metrů. Tloušťka desky je vypočtena na 0,24 metru. Deska je na všech čtyřech stranách vykonzolována o 1,0 metr za líc sloupů.

3.2 Schodiště

Schodiště je navrženo jako monolitické železobetonové, složeno ze dvou ramen, hlavní podesty a mezipodesty.

4 Materiály

Pro návrh všech konstrukčních částí byl použit beton pevnostní třídy C25/30 a ocel B500B.

Beton C25/30

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 31 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_{cu3} = 0,0035\%$$

Ocel B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = 0,002175\%$$

5 Zatížení

5.1 Stálé

Mezi stálé zatížení je započítána vlastní tíha železobetonové konstrukce, tíha navržené podlahy, tíha podhledu, osvětlení, vzduchotechniky a tíha obvodového pláště. Zatížení od obvodového pláště je uvažováno liniově. Stejně tak i zatížení desky schodišťových ramen.

5.2 Proměnné

Hodnota užitého zatížení pro kancelářské prostory je stanovena dle ČSN EN 1991 -1 -1 na $3,0 \text{ kN/m}^2$ a zatížení od přiček $1,2 \text{ kN/m}^2$. Zatížení od sněhu bylo vypočteno s ohledem na umístění pro kraj Vysočina na $1,2 \text{ kN/m}^2$.

5.3 Kombinace zatížení

Kombinace zatížení byla provedena dle ČSN EN 1990 rovnice 6.10.

Kombinace pomocí programu SCIA Engineer pro mezní stav únosnosti byly vytvořeny z 9 zatěžovacích stavů.

6 Návrh výztuže

U stropní desky je výztuž dimenzována ve dvou na sebe kolmých směrech. Krytí výztuže bylo vypočteno na 25 mm. Průměr výztuže je 10 a 14 mm.

Výztuž proti řetězovému zřícení probíhá nad podporami přes celou stropní desku při spodním povrchu. Výztuž nesmí být stykována v žádném místě náraz.

Výztuž proti protlačení je realizována pomocí smykových lišt, Výztuž je navržena u vybraných sloupů a u rohu ztužující stěny.

Všechny výpočty jsou provedeny v příloze P2) Statický výpočet

Všechny výkresy výztuže jsou přiloženy v příloze P3) Výkresová dokumentace (kromě výztuže proti protlačení).

7 Závěr

Programem SCIA Engineer byly vypočteny vnitřní síly ze zadaných zatěžovacích stavů. Síly byly zkontrolovány pomocí zjednodušené ruční metody – metody součtových momentů. Na mezní stav únosnosti byl proveden návrh ohybové výztuže při spodním a horním okraji stropní desky. Dále byl proveden návrh výztuže proti protlačení v místech, kde se výpočtem prokázala nutnost jeho použití. Dále byla navržena výztuž proti řetězovému zřícení a to při spodním okraji desky. Součástí práce byl i návrh schodiště a vnitřního sloupu. Tyto návrhy jsou taktéž zpracovány. Pro oba návrhy byl použit program SCIA Engineer pro stanovení sil, na které se dimenzovalo.

8 Seznam použitých zdrojů

Literatura

- [1] ČSN EN 1990: *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 2004. 76 s.
- [2] ČSN EN 1992-1-1: *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 202 s.
- [3] ČSN EN 1991-1-1: *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut, 2004. 43 s.
- [4] ČSN EN 1991-1-3: *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*. Praha: Český normalizační institut, 2005. 37 s.
- [5] ZICH, Miloš a kol. *Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů*. Praha: Verlag Dashöfer, nakladatelství, 2010. 146 s.

Software

Archicad 20

SCIA Engineer 17.01

9 Seznam použitých zkratk a symbolů

f_{ck}	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{cd}	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	pevnost betonu v tahu
E_{cm}	modul pružnosti betonu
ε_{cu3}	mezní přetvoření betonu
f_{yk}	charakteristická mez kluzu
f_{yd}	návrhová pevnost oceli v tahu a tlaku
E_s	modul pružnosti oceli
ε_{yd}	minimální přetvoření výztuže
h_s	tloušťka desky
$h_{s,lim}$	minimální tloušťka desky
A_z	zatěžovací plocha
g_d	návrhová hodnota zatížení
g_k	charakteristická hodnota zatížení
μ_i	tvarový součinitel závislý na sklonu střechy
C_e	součinitel expozice závislý na typu krajiny
C_t	tepelný součinitel
S_k	charakteristická hodnota zatížení sněhem
c_{nom}	nominální krycí vrstva
c_{min}	minimální krycí vrstva
Δc_{dev}	přídavek k minimální krycí vrstvě zohledňující možné odchylky
$c_{min,b}$	minimální krycí vrstva s přihlédnutím k požadavku soudržnosti
$c_{min,dur}$	minimální krycí vrstva s přihlédnutím k podmínkám prostředí
$\Delta c_{dur,y}$	přídavná hodnota z hlediska spolehlivosti
$\Delta c_{dur,st}$	redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli

$\Delta c_{dur,add}$ redukce minimální krycí vrstvy při použití dodatečné ochrany

$l_{b,min}$ minimální kotevní délka

α_1 vliv tvaru prutu

α_2 vliv tloušťky krycí vrstvy

α_3 vliv ovinutí příčnou výztuží

α_4 vliv příčně přivařené výztuže

α_5 vliv tlaku kolmého na plochu odštěpení betonu podél návrhové kotevní délky

m_c počet prvků (řad) v oblasti C

n_c počet trnů v prvku (řadě) v oblasti C

d_A průměr dřívku smykového trnu

f_{yk} charakteristická pevnost smykového trnu

γ_s dílčí součinitel bezpečnosti oceli

η faktor účinné výšky

10 Seznam příloh

P1) Použité podklady

P2) Statický výpočet

P3) Výkresová dokumentace